

G. NICOLINI – F. MATTIVI – M. RAMPONI
U. MALOSSINI – R. LARCHER – G. VERSINI

**LA CARATTERIZZAZIONE DELLA COMPOSIZIONE
DELLE UVE E DEI VINI
PER ORIENTARE LA VINIFICAZIONE:
IL CASO DELL'ENANTIO**

Estratto da:
« Rivista di Viticoltura e di Enologia »
Anno LIII – N. 4 - 2000

La caratterizzazione della composizione delle uve e dei vini per orientare la vinificazione: il caso dell'Enantio

Characterisation of the composition of grapes and wines to orientate winemaking: the case of Enantio

G. Nicolini*, F. Mattivi, M. Ramponi, U. Malossini, R. Larcher, G. Versini

Centro Sperimentale, Istituto Agrario, v. Mach, 1, 38010 S. Michele all'Adige (Trento), Italia.

* Autore cui inviare eventuali comunicazioni

(ricevuto il 19.06.2000, accettato il 15.09.2000)

Riassunto

Le conoscenze di interesse enologico attorno all'Enantio, *alias* Lambrusco a foglia frastagliata, vengono rivisitate ed integrate con più recenti acquisizioni. La composizione aminoacidica dei mosti di Enantio è caratterizzata dalla tendenziale prevalenza dell'arginina sulla prolina e da significative percentuali di numerosi altri aminoacidi. Il profilo antocianico delle uve, benché a chiara prevalenza di peonina e malvina, è caratterizzato comunque dalla presenza di frazioni importanti di tutte le antocianine. L'estrazione dei flavonoidi non antocianici nel corso della macerazione in fermentazione evidenzia una prima rapida fase legata alla buona dotazione di tannini localizzati nelle bucce, cui segue una più lenta estrazione dei tannini dai semi. Macerazioni prolungate si traducono in diminuzioni tecnologicamente rilevanti del contenuto antocianico. Il quadro polifenolico generale dei vini giovani è caratterizzato da una significativa presenza di derivati cinnamici e da una notevole ricchezza tannica associata ad una buona dotazione antocianica. Nel corso dell'invecchiamento in bottiglia, tuttavia, l'evoluzione degli antociani è piuttosto rapida e porta a forti diminuzioni della nuance, mentre l'intensità colorante, pur diminuendo, tende a restare su buoni livelli. Il tenore dei resveratroli dei vini è tra i più alti osservati, mentre quello del metanolo è significativamente basso. Il quadro aromatico evidenzia la scarsità dei composti varietali sia in forma libera che glicosidica e la marcata tendenza alla formazione di composti derivati dalla via biosintetica dello shikimico. Tra questi, salicilato di metile ed eugenolo risultano maggiori nei vini che hanno subito la fermentazione malolattica.

Summary

Enological knowledge concerning Enantio *alias* Lambrusco a foglia frastagliata is reviewed and integrated with more recent research results. The free amino acid profile of Enantio juices is characterised by arginine prevailing on proline, and by rather high percentages of several amino acids. As for grape anthocyanins, peonine and malvine prevail, the others being present however in significant amounts. Tannins extraction during skin contact fermentation shows two phases: a rapid extraction of significant amounts of tannins from skins followed by a slower extraction from seeds. Long maceration phases result in technologically significant decreases of anthocyanins. Polyphenol composition of young Enantio compared with other varietal red wines shows very high contents of cinnamate derivatives and proanthocyanidines and satisfactory amounts of anthocyanins. During the in-bottle

ageing, colour intensity decreases but stays at satisfactory final levels while a remarkable decrease of nuance has been observed. Resveratrols level of Enantio wines is among the highest reported in literature; *vice versa*, methanol content is significantly low. Enantio is typically poor in varietal aroma compounds, in free and bound form, and shows a remarkable trend to form volatiles related to the shikimic biosynthetic pathway. Among these compounds, eugenol and methyl salicylate are higher in wines subjected to malolactic fermentation.

Parole chiave: uva, vino, aminoacidi, antociani, polifenoli, derivati cinnamici, resveratrol, metanolo, composti aromatici.

Key words: grape, wine, amino acids, anthocyanins, polyphenols, cinnamic derivatives, resveratrols, methanol, aroma compounds.

Introduzione

La recente ufficializzazione della sinonimia Enantio/Lambrusco a foglia frastagliata avvenuta con il Reg. CE 1470/1999, nonché la definizione in corso dei nuovi disciplinari di produzione della D.O.C. Valdadige con la specificazione aggiuntiva della sottozona "Terra dei Forti", in cui il ruolo dell'Enantio viene ridelineato, spingono ad una messa a punto delle conoscenze viticolo-agricole ed enologiche attorno a questa varietà. Questa, pur a fronte di una significativa tendenza alla diminuzione della superficie vitata nella provincia di Trento dal 12,6% del 1980 all'attuale 4,8% (dati 1999), rappresenta nelle zone a cavallo con la provincia di Verona fino al 25% della produzione conferita nelle Cantine Sociali che insistono su quel territorio.

Di origine autoctona trentina, l'Enantio presenta (Mattivi *et al.*, 1989a; Mattivi *et al.*, 1989b, Scienza *et al.*, 1990) notevoli analogie sia sul piano della morfologia che su quello biochimico del profilo antocianico e/o delle proteine con alcune viti selvatiche ritrovate nel basso Trentino (Anzani *et al.*, 1989) e con vitigni veronesi, quali Rondinella e Molinara ed altri ormai pressoché scomparsi dalla coltura come Forselina, Oseleta e Rossetta di Montagna. Si discrimina viceversa bene da altre varietà a bacca rossa coltivate nell'area trentina – quali Teroldego, Lagrein, Schiave, Marzemino e Moscato rosa – e dal gruppo dei Lambruschi emiliani e proprio queste basi hanno giustificato la ridenominazione della varietà.

Il presente lavoro vuole fare il punto sulle conoscenze attualmente disponibili e su quelle più recentemente acquisite sulla varietà Enantio *alias* Lambrusco a foglia frastagliata, focalizzando principalmente gli aspetti conoscitivi di carattere più squisitamente enologico. Gli aspetti a prevalente carattere viticolo-agricolo sono riportati in un'altra nota (Malossini *et al.*, 2001).

Materiali e metodi

Pur integrato da significative nuove conoscenze, il lavoro si configura in gran parte come una review; conseguentemente, per la parte materiali e metodi si rimanda ai lavori originari riportati in bibliografia.

Le analisi della dotazione aminoacidica sono state effettuate per cromatografia a scambio ionico (Spackman *et al.*, 1958; Margheri *et al.*, 1982) con l'analizzatore automatico Carlo Erba mod. 3A30, equipaggiato con colonna per liquidi fisiologici da 12 x 0,46 cm con resina 3AR6/IC/10, usando la ninidrina come reagente colorante. Aminoacidi ed ammonio sono stati valutati a 570 nm, eccetto prolina ed idrossi-

prolina misurati a 440 nm. La separazione è stata ottenuta mediante il seguente schema di eluizione:

- tamponi (pH 2,70, 38 min., 0,2 M citrato di litio; pH 3,14, 21 min., 0,6 M citrato di litio; pH 4,18, 13 min., 1 M citrato di litio; pH 5,60, 50 min., 1 M citrato di litio; soluzione rigenerante, 2 min., 0,2 M LiOH)
- temperatura della colonna (40 °C x 4 min; 45°C x 24 min; 60 °C x 24 min; 73 °C fino al termine).

Prima di ogni analisi lo strumento è stato condizionato facendo fluire il tampone a pH 2,70 per 20 minuti. Il campione per l'analisi è stato ottenuto partendo da 30 mL di mosto aggiunti di 0,2 g di acido solfosalicilico, successiva omogenizzazione e centrifugazione (10 minuti a 4500 giri/minuto) ed analizzando il surnatante previa adeguata diluizione con una soluzione di citrato di litio 0,2 M.

I box plot sono stati realizzati con il software SigmaPlot v. 1,02 (Jandel Corporation).

Risultati e discussione

Quadro aminoacidico ed azoto assimilabile dei mosti

Viene discusso principalmente sulla base di quanto scaturito dall'analisi di 9 mosti ottenuti per pressatura diretta di uve raccolte nel 1999 al momento del conferimento presso Cantine Sociali della bassa Vallagarina. Le uve presentavano la seguente composizione (media \pm dev.st.) analitica: 16,5 \pm 1,4 Babo; acidità totale 8,62 \pm 1,38 g/L; pH 3,14 \pm 0,08. I mosti di Enantio hanno mostrato un contenuto in aminoacidi totali di 1475 \pm 573 mg/L, con livelli massimi di 2333 mg/L e minimi di 671 mg/L, ed un tenore di ammonio di 29,5 \pm 12,1 mg/L, con massimo a 63 mg/L e minimo a 5 mg/L. Come si rileva dalla fig. 1, i mosti di Enantio hanno presentato la

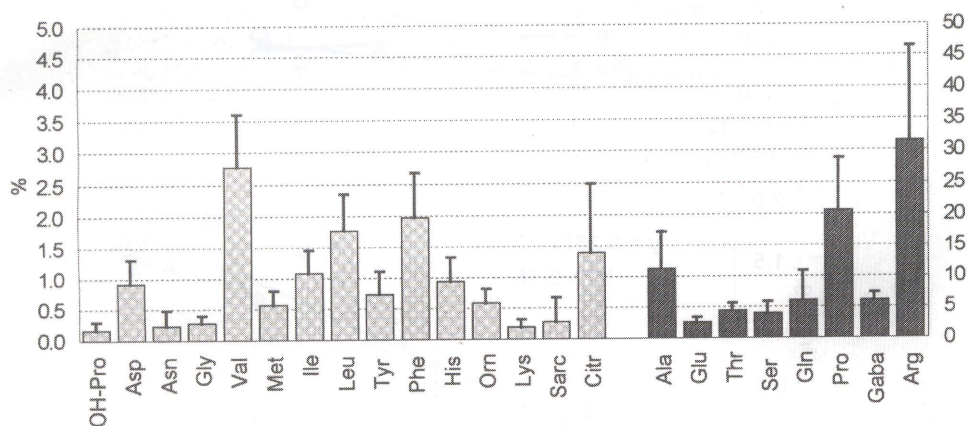


Fig. 1: Profilo medio percentuale (n=9) degli aminoacidi in mosti di Enantio della vendemmia 1999.
Fig. 1: Amino acid mean profile (n=9) in Enantio juices of the vintage 1999.

(Legenda: OH-Pro= idrossiprolina/ hydroxy proline; Asp= acido aspartico/ aspartic acid; Asn= asparagina/ asparagine; Gly= glicina/ glycine; Val= valina/ valine; Met= metionina/ methionine; Ile= isoleucina/ isoleucine; Leu= leucina/ leucine; Tyr= tirosina/ tyrosine; Phe= fenilalanina/ phenylalanine; His= istidina/ histidine; Orn= ornitina/ ornithine; Lys= lisina/ lysine; Sarc= sarcosina/ sarcosine; Citr= citrullina/ citrulline; Ala= alanina/ alanine; Glu= acido glutammico/ glutamic acid; Thr= treonina/ threonine; Ser= serina/ serine; Gln= glutammina/ glutamine; Pro= prolina/ proline; Gaba= acido gamma aminobutirrico/ gamma amino butyric acid; Arg= arginina/ arginine)

prevalenza, in ordine decrescente, di arginina (465 mg/L), prolina (302 mg/L) e, unico ulteriore aminoacido con media al di sopra dei 100 mg/L, alanina (166 mg/L); glutammina e gamma-amminobutirrico erano a 89 mg/L, treonina e serina attorno ai 60 mg/L mentre nessun altro aminoacido superava i 45 mg/L. Arginina, prolina ed alanina rappresentavano, in termini percentuali sul totale, rispettivamente il 31,6%, il 20,5% ed il 11,3%; glutammina e gamma-amminobutirrico, al 6,0%, erano i soli altri due composti al di sopra del 5%. Valutata alla luce di quanto registrato per altri mosti monovarietali di Cabernet, Merlot e Lagrein della stessa annata (Nicolini *et al.*, 2001), la frazione rappresentata congiuntamente da arginina e prolina non è risultata essere particolarmente elevata, arrivando di poco al di sopra del 52%; gli altri aminoacidi conseguentemente costituivano ciascuno frazioni significative del totale, pur se sempre minoritarie.

Il valore del rapporto prolina/arginina (media \pm dev.st.) – dal significato discriminativo tra le varietà (Kliewer, 1970; Cantagrel *et al.*, 1982; Millery *et al.*, 1986; Huang e Ough, 1991 Seeber *et al.*, 1991; Nicolini *et al.*, 1995; Spayd e Andersen-Bagge, 1996) – è risultato uguale a 0.74 ± 0.43 e positivamente correlato con il grado Babo alla raccolta (fig. 2). Del resto, la tendenza ad incrementi della prolina nel corso della maturazione è già stata frequentemente riportata per diverse varietà (Lafon-Lafourcade e Guimberteau, 1962; Drawert, 1963; Versini *et al.*, 1995) e sembrerebbe sussistere anche per l'Enantio, benché vada ricordato che i dati di fig. 2

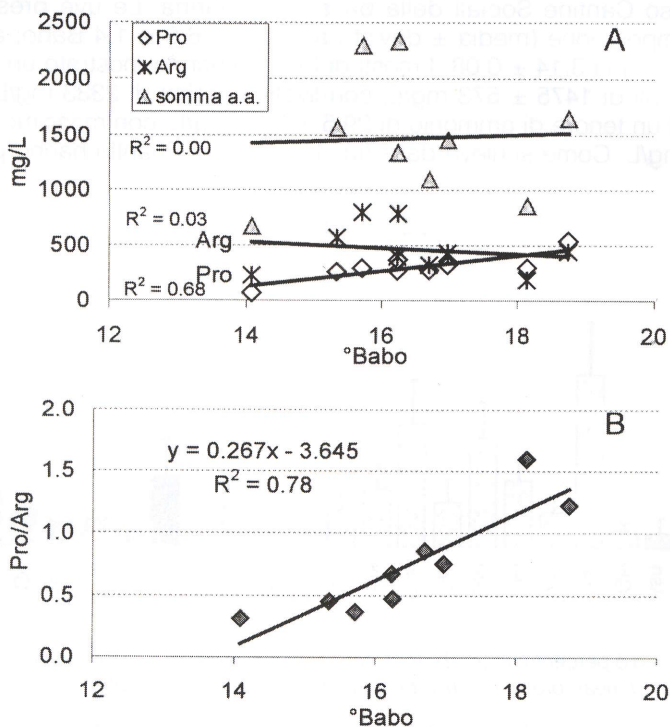


Fig. 2: Correlazioni tra parametri azotati e livello di maturazione (°Babo) dei mosti di Enantio alla raccolta.

Fig. 2: Correlations between nitrogen parameters (proline, arginine, sum of amino acids) and ripeness level (°Babo) for Enantio juices at harvest.

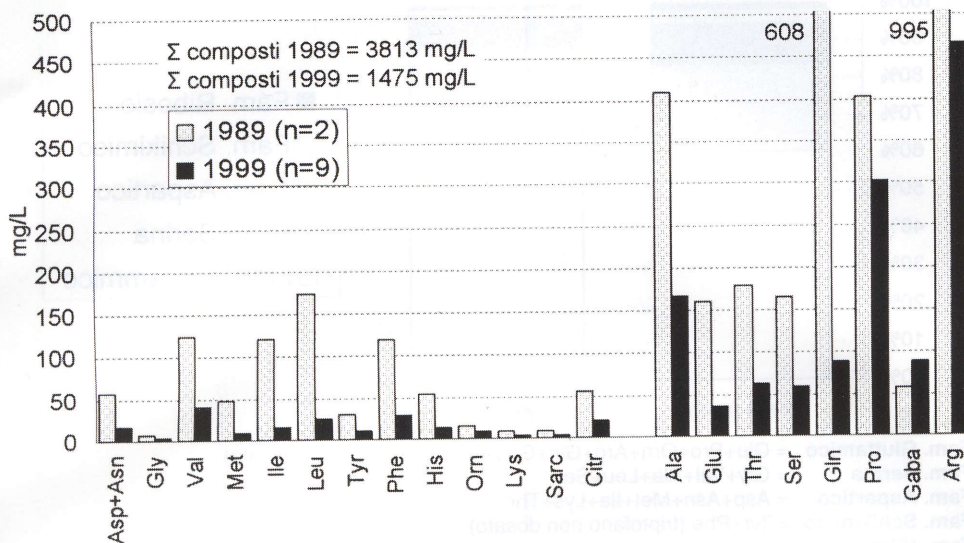


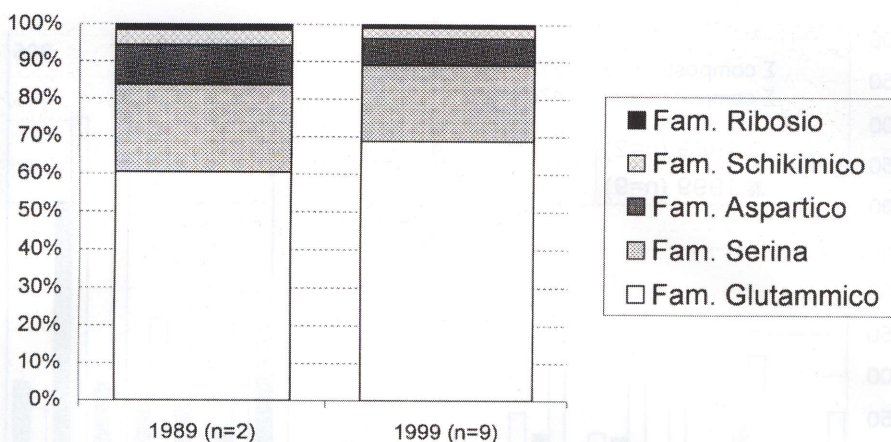
Fig. 3: Contenuto aminoacidico medio in mosti Enantio di differenti annate.
 Fig. 3: Amino acids mean content of Enantio juices of different vintage years.

non derivano da curve di maturazione ma da differenti uve campionate al momento della raccolta tecnologica. L'arginina ed il contenuto aminoacidico totale non sono correlate con il grado Babo.

La fig. 3 riporta, congiuntamente ai dati 1999, anche quelli relativi alla media di due campioni del 1989 presenti in banca-dati dalla seguente composizione media: grado Babo 16,0, acidità totale 13,0 mg/L, pH 3,30. I due mosti 1989 avevano un contenuto totale di aminoacidi di 2,6 volte quello medio 1999 e tale situazione si manifestava, più o meno marcatamente, per tutti i singoli composti con l'eccezione dell'acido gamma-aminobutirrico. L'incremento del 1989 sul 1999 non è dovuto in modo significativo ad arginina e prolina che, pur maggiori nel 1989, hanno rivestito rispettivamente nei due campioni un peso percentuale solo del 26,1% e del 10,6%. Il citato rapporto medio prolina/arginina appare confermato, ma vanno evidenziati il livello della glutammina – secondo aminoacido nel 1989 e la cui quantità può essere notevolmente incrementata dalle concimazioni fino a diventare l'aminoacido principale (Rapp, 1989) –, e quello dell'alanina, che raggiunge livelli analoghi a quelli della prolina. I tenori di isoleucina, leucina e metionina dei mosti 1989 erano addirittura 6-7 volte più elevati di quelli dei campioni 1999.

Raggruppando gli aminoacidi in "famiglie" secondo la loro origine biosintetica, come già fatto da Cantagrel *et al.* (1982) e Nicolini *et al.* (1995), l'Enantio 1999 appare caratterizzato, in media, dalla prevalenza percentuale della famiglia del glutammico seguita da quella della serina e dell'aspartico (fig. 4), come peraltro avviene normalmente per tutte le varietà; tuttavia, il peso percentuale della famiglia del glutammico, valutato anche alla luce di dati non pubblicati relativi a mosti di diverse varietà della vendemmia 1999 (Nicolini *et al.*, 2001), tende ad essere relativamente basso (60-70%) mentre relativamente elevato è quello della famiglia della serina, dell'ordine del 20% o superiore.

Il livello dell'azoto assimilabile – ottenuto convertendo l'ammonio ed i tenori dei



Fam. Glutammico = Glu+Pro+Orn+Arg+Gln+Gaba+Citr (OH-Pro, non dosata)
Fam. Serina = Gly+Val+Ala+Leu+Ser
Fam. Aspartico = Asp+Asn+Met+Ile+Lys+Thr
Fam. Schikimico = Tyr+Phe (triptofano non dosato)
Fam. Ribosio = His

Fig. 4: Distribuzione percentuale degli aminoacidi di mosti Enantio ripartiti per "famiglie" biosintetiche, secondo Cantagrel *et al.*, (1982).

Fig. 4: Percentage distribution of the amino acids of Enantio juices according to their biosynthetic pathway ("families" of amino acids according to Cantagrel *et al.*, 1982).

singoli aminoacidi, escludendo la prolina, in mg/L di azoto e considerando un solo azoto per aminoacido – si è collocato nel 1999 (media \pm dev.st.) a 147 ± 63 mg/L, facendo registrare valori rispettivamente minimi e massimi di 73 mg/L e di 248 mg/L. Non è emersa relazione tra il grado di maturazione delle uve, inteso come Babo, ed il livello dell'azoto assimilabile. Il tenore medio dei due mosti 1989 era appena al di sotto dei 400 mg/L. Se si considera che:

- il limite al di sotto del quale si possono manifestare problemi di completamento della fermentazione è classicamente fissato attorno ai 140 mg/L (Agenbach, 1977; Reed e Nagodawithana, 1991), e che solo 3 degli undici campioni totali disponibili si collocavano al di sotto di tale limite;
- la modalità di ottenimento del campione di mosto per pressatura diretta sicuramente sottostima il livello di azoto assimilabile, non considerando l'apporto dalle bucce nella fase di macerazione nella tradizionale vinificazione in rosso della varietà in oggetto,
- la maturazione dell'Enantio avviene tardivamente in quarta epoca e raramente viene spinta fino ad fornire gradazioni alcoliche elevate cui potrebbe corrispondere una ridotta dotazione di ammonio,

ne consegue che, stanti gli attuali indirizzi produttivi ed in normali condizioni climatiche e sanitarie, i mosti della varietà Enantio non sembrerebbero essere tra quelli particolarmente "a rischio" in termini di fermentescibilità.

Gli acidi idrossicinnamiltartarici

Non sono disponibili dati relativi al contenuto nei mosti per questi composti di cui l'acido caftarico è tipicamente il principale rappresentante e substrato delle reazioni di ossidazione catalizzate dalla polifenolossidasi dell'uva dal momento del-

Tabella 1: Tenori riportati in letteratura (mg/L) della somma dei derivati cinnamici nei vini di differenti varietà prodotti in Trentino in comparazione con quelli di vini Enantio a parità di tecnica di vinificazione.

Table 1: Comparison of the contents (mg/L) of cinnamate derivatives in wines of different cultivars obtained with the same winemaking technique, as reported in literature.

	Nicolini <i>et al.</i> , 1991 in bianco / white wine	Nicolini <i>et al.</i> , 1994 in rosso / red wine	Mattivi <i>et al.</i> , 1995 in rosso / red wine
Enantio	36,1	63,6	106,0
Chardonnay	14,5		
Nosiola	10,1		
Sauvignon b.	20,3		
I.M. 1-50	30,2		
Teroldego		58,6	52,2
Corvina			32,0
Cabernet s.			67,6
Corvinone			28,8
Lagrein			43,1
Marzemino			36,1
Merlot			32,5
Pinot nero			65,2
Rondinella			37,4
Schiava			37,5

l'ammestatura. Poichè però i loro contenuti tendono a diminuire nel passaggio da mosto a vino – con la possibile eccezione di tecniche di vinificazione con macerazione che prevedano la totale protezione dall'ossidazione –, i dati riportati in tab. 1 ricavati da precedenti pubblicazioni su vini indicano chiaramente che la varietà Enantio è particolarmente ricca di questa classe di composti. Tra questi, l'acido catarico rappresenta percentualmente la frazione nettamente predominante – attorno al 65%, il valore percentuale medio più elevato rispetto a quello di altre 10 varietà – seguito nell'ordine dall'acido *trans* p-cutarico e – come avviene anche per un'altra varietà coltivata anch'essa nell'area veronese-trentina, la Corvina – da livelli percentuali significativamente elevati di acido caffeico libero (Nicolini *et al.*, 1991; Nicolini *et al.*, 1994; Mattivi *et al.*, 1995).

Il profilo delle antocianine dell'uva e del vino

Il profilo percentuale medio delle antocianine relativo a 18 campioni di uva di differenti vendemmie e localizzazione dei vigneti d'origine è riportato in fig. 5, comparato con quello riportato per i vini da Mattivi e Nicolini (1997).

Nelle uve, tutte e cinque le antocianidine-3-monoglucosidate sono rappresentate in percentuali significative, con peonina (29,1%) e malvina (27,9%) le principali rappresentanti. Le antocianine più instabili nei confronti dell'ossidazione – delfinina, petunina e cianina (Cheynier *et al.*, 1994) – rappresentano comunque circa il 33% del totale. I vini sono ovviamente caratterizzati da un maggior peso percentuale delle antocianine più stabili, e della malvina in particolare; tuttavia, le più instabili rappresentano ancora una frazione non disprezzabile del totale, di poco inferiore al 30%. Rispetto alle uve, le antocianine disostituite (cianina e peonina) sono presenti in concentrazione decisamente minore.

Considerando che la peonina risulta essere piuttosto suscettibile alla degrada-

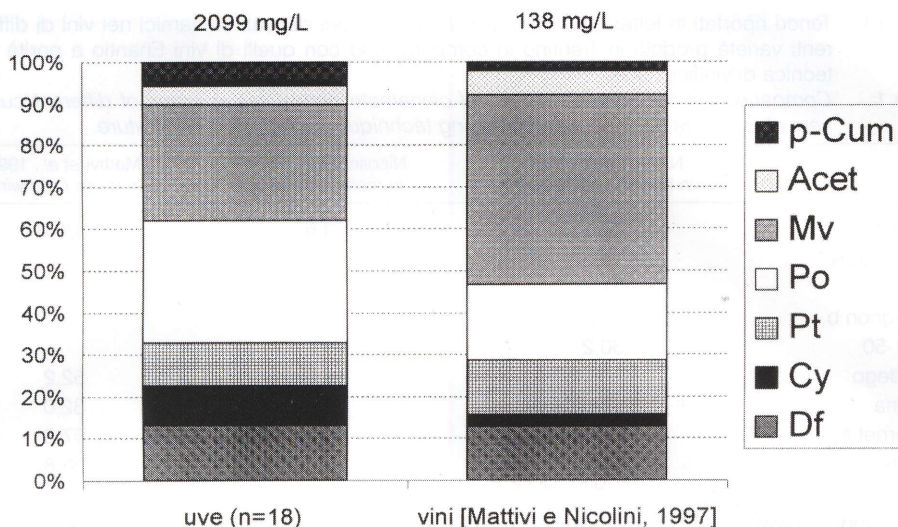


Fig. 5: Distribuzione percentuale delle antocianine in uve ed in vini Enantio di differenti origini ed annate.

Fig. 5: Percentage distribution of anthocyanins in Enantio grapes (left) and wines (right) of different growing areas and harvest year.

(Legenda: Df= delphinina / delphinine; Cy= cianina / cyanine; Pt= petunina / petunine; Po= peonina / peonine; Mv= malvina / malvine; Acet = antocianine acilate / acylate anthocyanins; p-Cum= antocianine p-cumarate / p-cumarate anthocyanins)

zione da parte delle beta-glucosidasi, sia esogene che originate dai lieviti (Wenzel, 1989), e che proprio su Enantio sono stati osservati tra i più rilevanti effetti degradativi del colore a seguito di trattamenti beta-glucosidasici sui vini (Nicolini *et al.*, 1994), si può azzardare l'ipotesi che l'elevato contenuto antocianico delle uve di Enantio (Nicolini *et al.*, 1992) probabilmente soggiaccia, nel corso della macerazione nella vinificazione in rosso, a significative perdite controbilanciate da comunque rilevanti estrazioni dalle bucce che giustificano i buoni tenori finali di antocianine dei vini giovani (vedi paragrafi successivi).

La composizione in derivati cinnamici ed antocianine ha reso possibile discriminare nettamente i vini Enantio da quelli di altre 10 varietà coltivate in Trentino (Mattivi *et al.*, 1995).

Reattività all'ossidazione del colore

La composizione antocianica varietale, congiunta alla ricchezza in acido caffeico, contribuisce a spiegare la reattività della varietà alla decolorazione per via iperossidativa; su tale varietà, infatti, l'effetto decolorante ed abbattente della componente antocianica – valutato in sperimentazioni su scala semi-industriale – è risultato superiore a quello ottenibile con un trattamento con 100 g/hL di carbone e comparabile a quello ottenibile con 150 g/hL, ma con migliori risposte sensoriali (Nicolini *et al.*, 1991; Nicolini *et al.*, 1992). Risultati sostanzialmente analoghi sono stati ottenuti da sperimentazioni su scala industriale realizzate con dosaggi di ossigeno "precauzionali" largamente eccedentari, dell'ordine dei 500 mg di ossigeno insufflato per litro di mosto (tab. 2).

Tabella 2: Effetti dell'iperossidazione dei mosti sulla composizione di vini prodotti in scala industriale.

Tabella 2: *Effects of juice hyperoxidation on the composition of wines produced on industrial scale.*

prove trials	chiarifiche e trattamenti <i>clarification system and treatments</i>	carbone <i>charcoal</i>	PT mg/L (+) cat	AT mg/L malv.	IC d (420+520)
Enantio-1	flottazione / <i>flotation</i>				
	iperossidazione / <i>hyperoxidation</i>	no	61	1,8	0,096
	iperossidazione / <i>hyperoxidation</i>	150 mg/L	26	0,5	0,027
	Testimone / <i>traditional</i>	2000 mg/L	40	1,2	0,071
Enantio-2	chiarifica statica / <i>cold setting</i>				
	iperossidazione / <i>hyperoxidation</i>	no	50	1,1	0,063
	Testimone / <i>traditional</i>	1600 mg/L	54	0,4	0,036

L'estrazione di flavonoidi durante la vinificazione in rosso

L'estrazione dei flavonoidi totali e non antocianici, dalla cui differenza viene ricavato il dato dei flavonoidi antocianici (Di Stefano *et al.*, 1989), è stata seguita nel corso di alcune vinificazioni della vendemmia 1998 sia su scala semi-industriale (figg. 6a-6b-6c) che industriale (fig. 6d). Le due vinificazioni semi-industriali su uve della alta (fig. 6a) e della bassa (fig. 6b) Vallagarina, zone tipiche di coltivazione dell'Enantio, hanno mostrato il raggiungimento del massimo di flavonoidi antocianici dopo circa 90-120 ore di macerazione, con quantitativi particolarmente elevati variabili da 1100 a 1300 mg/L, espressi come (+) catechina.

Il proseguimento della macerazione ha comportato una perdita di antociani tecnologicamente rilevante, dell'ordine del 20-25%. Le temperature di fermentazione relativamente basse hanno consentito di ben evidenziare due fasi di estrazione dei tannini.

Infatti, una frazione significativa, fino al 90%, dei flavonoidi non antocianici viene estratta già dopo 70-90 ore di macerazione oltre le quali si ha ancora un lento ma costante incremento per diversi giorni, con livelli alla svinatura di 1600-2000 mg/L. L'efficace sistema di movimentazione del pigiadiraspato in tank rotativo orizzontale e le più elevate temperature nel corso della vinificazione industriale (fig. 6d), su uve comparabili per origine a quelle della fig. 6b, cui è corrisposto un più rapido avvio fermentativo ed una più precoce presenza di alcool, giustificano i più alti livelli tannici e l'anticipato raggiungimento di una fase di plateau nella vinificazione industriale. L'assenza di una seconda più lenta fase nella estrazione dei tannini nella vinificazione industriale (fig. 6d) concorda inoltre con l'eliminazione dal serbatoio di una significativa ma non quantificata percentuale di semi effettuata dopo 48 ore di macerazione fermentativa.

La vinificazione di fig. 6c – su uve da una zona geo-climatica diversa (Telve Valsugana, 450 m s.l.m.) ed altimetricamente più elevata di quella tipica per il vitigno – ha presentato una cinetica estrattiva particolare, con una seconda fase di estrazione dei flavonoidi non antocianici più marcata.

Il comportamento estrattivo dei flavonoidi non antocianici dell'Enantio sembra motivato da una presenza quantitativa già piuttosto marcata di questi composti a livello di bucce. In tal senso vanno anche i risultati ottenuti da vinificazioni sperimentali attuate togliendo totalmente o raddoppiando il contenuto dei semi nel corso della vinificazione in rosso di uve Enantio (Nicolini *et al.*, 1998).

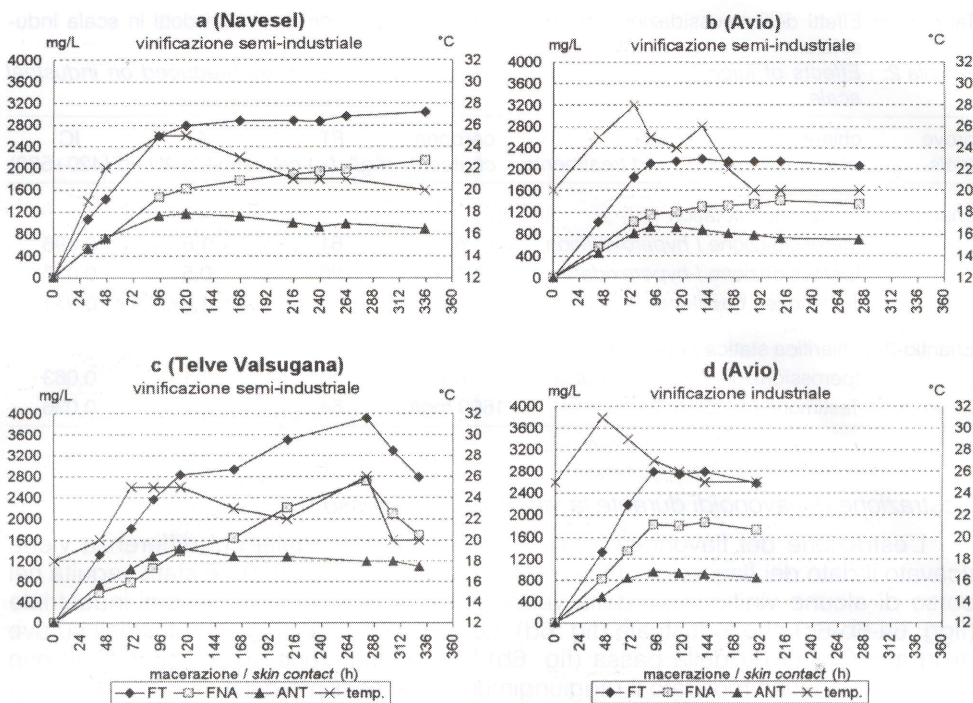


Fig. 6: Curve di estrazione dei flavonoidi ed andamento delle temperature nel corso della macerazione in fermentazione di uve Enantio di diversa origine (Vallagarina: a, b, d; Telve Valsugana: c) lavorate in scala semi-industriale (a, b, c) e industriale (d).

Fig. 6: Evolution of flavonoids and temperature during the skin contact vinification of Enantio grapes from different grape growing areas (Vallagarina: a, b, d; Telve Valsugana: c) processed on semi-industrial (a, b, c) and industrial (d) scale.

(Legenda: FT= flavonoidi totali / total flavonoids; FNA= flavonoidi non antocianici / non anthocyanic flavonoids; ANT= FT-FNA= antociani / anthocyanic flavonoids; mg/L, (+)cat.).

Il quadro polifenolico generale dei vini Enantio

Il quadro polifenolico e dei parametri cromatici derivato dall'analisi di 37 vini Enantio di diverse annate (1991, 4 vini; 1992, 12; 1993: 9; 1994: 6; 1995: 6) prodotti in scala semi-industriale con 7 giorni di macerazione ed analizzati ad un anno dalla vendemmia è riportato nei boxplot di fig. 7. La varietà si caratterizza per un elevato tenore di polifenoli totali, con valori medi di 1916 mg/L. Particolarmente elevato è il contenuto tannico, con tenori medi di 2046 mg/L per le proantocianidine (PROC) e valori dell'indice di vanillina (VAN) di 1012 mg/L.

Questi livelli tannici coincidono sostanzialmente con quelli, elevati, dei Cabernet sauvignon, a differenza di quanto avviene per gli antociani di cui i vini Enantio, pur restando tra quelli da varietà "ricche", sono meno dotati. Anche i vini Lagrein, Marzemino e Teroldego risultano mediamente più ricchi di antociani di quelli Enantio.

L'indice di condensazione dei tannini dei vini Enantio è mediamente di 0,51, valore intermedio rispetto a quelli trovati per altre 11 varietà e più basso in particolare rispetto alle varietà veronesi Corvina, Corvinone, Rondinella e Molinara (Mattivi et

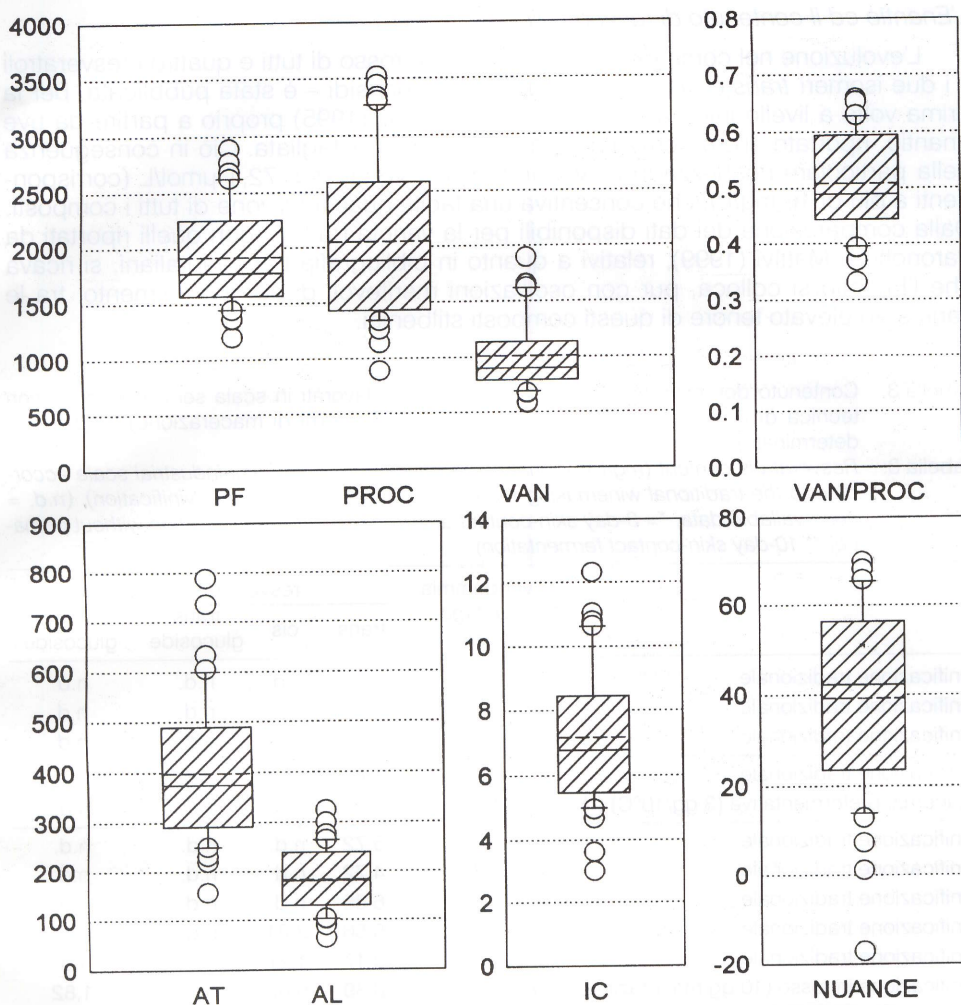


Fig. 7: Composizione polifenolica di vini Enantio (n=37) prodotti in scala semi-industriale in differenti annate ed analizzati ad un anno dalla vendemmia.

Fig. 7: Polyphenol composition of 1-year aged Enantio wines (n=37) produced in different vintage years on semi-industrial scale.

(Legenda: PF= polifenoli totali/ total polyphenols, mg/L, +cat.; PROC= proantocianidine/ proanthocyanidins (Bate-Smith's reaction), mg/L, cyan.; VAN= indice di vanillina / vanillin index, mg/L, + cat.; VAN/PROC = indice di condensazione dei tannini/ condensation index of tannins; AT= antociani totali / total anthocyanins, mg/L, malv.; AL= antociani liberi/ free anthocyanins, mg/L. malv.; IC= intensità colorante/ colour intensity, d420+d520, 10 mm)

Nicolini, 1997) di cui condivide in parte l'areale di produzione. La fig. 7 evidenzia l'esistenza di ampi intervalli nei tenori di tannini ed antociani, con i valori massimi 3-4 volte superiori rispetto a quelli minimi per quanto riguarda i tannini e 5 volte per quanto riguarda gli antociani.

L'Enantio ed il contenuto di resveratrolo

L'evoluzione nel corso di una vinificazione in rosso di tutti e quattro i resveratroli – i due isomeri *trans* e *cis* ed i corrispondenti glucosidi – è stata pubblicata, per la prima volta a livello internazionale, da Mattivi *et al.* (1995) proprio a partire da uve Enantio, riportate allora come Lambrusco a foglia frastagliata. Ciò in conseguenza della particolare ricchezza in resveratroli delle uve stesse, 72,1 $\mu\text{mol/L}$ (corrispondenti a più di 16 mg/L), che consentiva una facile quantificazione di tutti i composti. Dalla comparazione dei dati disponibili per la varietà (tab. 3) con quelli riportati da Paronetto e Mattivi (1999), relativi a quanto in bibliografia per vini italiani, si ricava che l'Enantio si colloca, pur con oscillazioni meritevoli di approfondimento, tra le varietà ad elevato tenore di questi composti stilbenici.

Tabella 3: Contenuto dei resveratroli (mg/L) in vini Enantio lavorati in scala semi-industriale con tecnica di vinificazione tradizionale in rosso (4-7 giorni di macerazione). (n.d.= non determinato)

Tabella 3: *Resveratrols content (mg/L) of Enantio wines produced on semi-industrial scale according to the traditional winemaking technique (4-7 day skin contact vinification). (n.d. = non available data; * = 3-day skin-contact at 10°C, pressing, fermentation without pomace; ** 10-day skin-contact fermentation).*

	vendemmia <i>vintage</i> year	resveratrolo (mg/L)			
		trans	cis	trans glucoside	cis glucoside
vinificazione tradizionale	1989	1,61	n.d.	n.d.	n.d.
vinificazione tradizionale	1989	2,91	n.d.	n.d.	n.d.
vinificazione tradizionale	1989	3,59	n.d.	n.d.	n.d.
vinificazione tradizionale	1991	4,68	n.d.	n.d.	n.d.
maceraz. prefermentativa (3 gg/10°C) (*)	1991	1,23	n.d.	n.d.	n.d.
vinificazione tradizionale	1992	5,72	n.d.	n.d.	n.d.
vinificazione tradizionale	1992	4,72	n.d.	n.d.	n.d.
vinificazione tradizionale	1992	6,35	n.d.	n.d.	n.d.
vinificazione tradizionale	1992	5,56	3,21	n.d.	n.d.
vinificazione tradizionale	1992	0,17	1,27	n.d.	n.d.
vinificazione in rosso (10 gg macerazione) (**)	1992	8,39	5,62	1,92	1,82

I tenori di metanolo

La varietà Enantio, come emerso da uno studio su ca. 300 vini monovarietali ottenuti a parità di tecnica enologica ed appartenenti a 12 distinte cultivar (Nicolini *et al.*, 2000), si caratterizza (fig. 8) per dare vini dai limitati livelli di metanolo, significativamente più elevati solo di quelli di Pinot nero ma più bassi di quelli delle varietà Merlot, Corvinone, Rondinella, Cabernet sauvignon, Lagrein e Teroldego. Benché senza differenze significative, i vini Enantio mostrano tenori mediamente più bassi anche di quelli delle varietà Sangiovese, Schiava e Corvina.

L'evoluzione del contenuto polifenolico nel corso dell'invecchiamento in bottiglia

È stata indagata su 15 vini Enantio, imbottigliati e di differenti vendemmie, analizzati ad uno ed a quattro anni dalla raccolta. Per tutti i parametri analitici registrati (fig. 9) sono state osservate variazioni medie negative: del -1,1% per polifenoli totali, del -6,4% per le proantocianidine, del -17,5% per l'indice di vanillina, del -61,1%

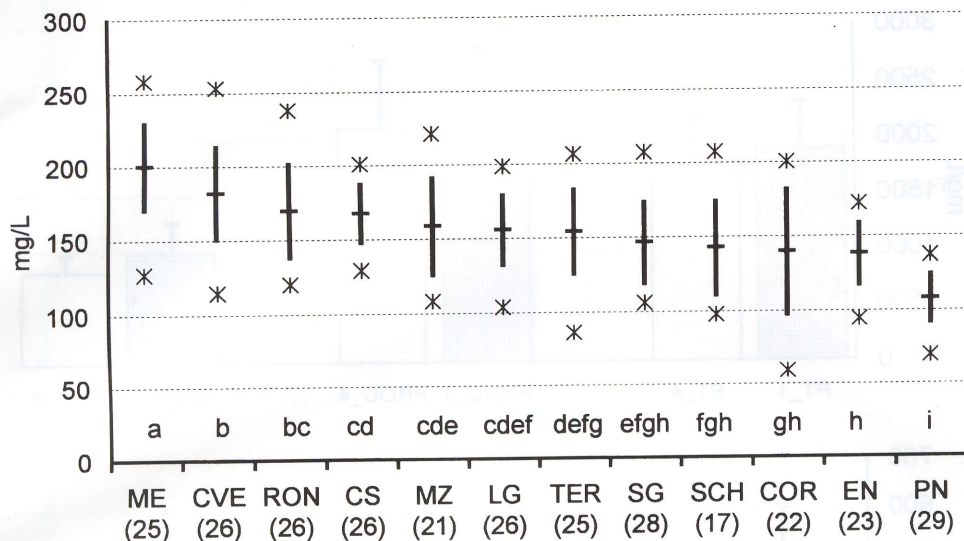


Fig. 8: Contenuto di metanolo (media, dev.st., min, max) e significatività delle differenze al test di Duncan tra vini rossi monovarietali ottenuti a parità di tecnica di vinificazione (Nicolini *et al.*, 2000a).

Fig. 8: Methanol content (mean, st.dev., min, max) of monovarietal red wines obtained with the same winemaking technique (Nicolini *et al.*, 2000a). Differences according to Duncan's test.

(Legenda: ME= Merlot; CVE= Corvinone; RON= Rondinella; CS= Cabernet sauvignon; MZ= Marzemino; LG= Lagrein; TER= Teroldego; SG= Sangiovese; SCH= Schiava; COR= Corvina; EN= Enantio; PN= Pinot nero)

per gli antociani totali e del -87,3% per gli antociani liberi. Pur a fronte di queste rilevanti variazioni antocianiche, l'intensità colorante non diminuisce in maniera particolarmente marcata (-9,4%) rimanendo su valori comunque buoni; viceversa, la nuance si modifica notevolmente spostandosi in modo tecnologicamente molto significativo verso una colorazione più mattonata. Tale variazione è molto più marcata di quella che si è osservata, in analoghe condizioni di conservazione, su vini Marzemino e Teroldego (dati non riportati) i quali, come anche Rebo (Malossini *et al.*, 1999), presentano nuance mediamente superiori a 20 anche dopo 4 anni.

Il quadro aromatico dell'Enantio

Come solitamente avviene per i vini rossi – per i quali, a differenza dei bianchi, l'analisi gascromatografica non riesce ancora a fornire con analogha facilità risposte ed indicazioni sicuramente applicative – anche per Enantio, varietà tipicamente "neutra" per quanto riguarda la dotazione terpenica in forma libera, non sono molti i dati disponibili circa il corredo in composti volatili ed in gran parte sono relativi a vinificazioni per macerazione carbonica (Versini *et al.*, 1984).

I vini Enantio sembrerebbero caratterizzati da una tendenza marcata – maggiore rispetto a quanto avviene ad esempio per Teroldego – alla produzione di composti biosinteticamente legati alla via dello shikimico (Versini *et al.*, 1984); tra questi, in particolar modo, cinnamato di etile, a livelli sensorialmente significativi anche in assenza di vinificazioni per macerazione carbonica, ed eugenolo e salicilati di etile e di metile (Nicolini *et al.*, 1996a), con un ruolo sensoriale meno definito e nota spe-

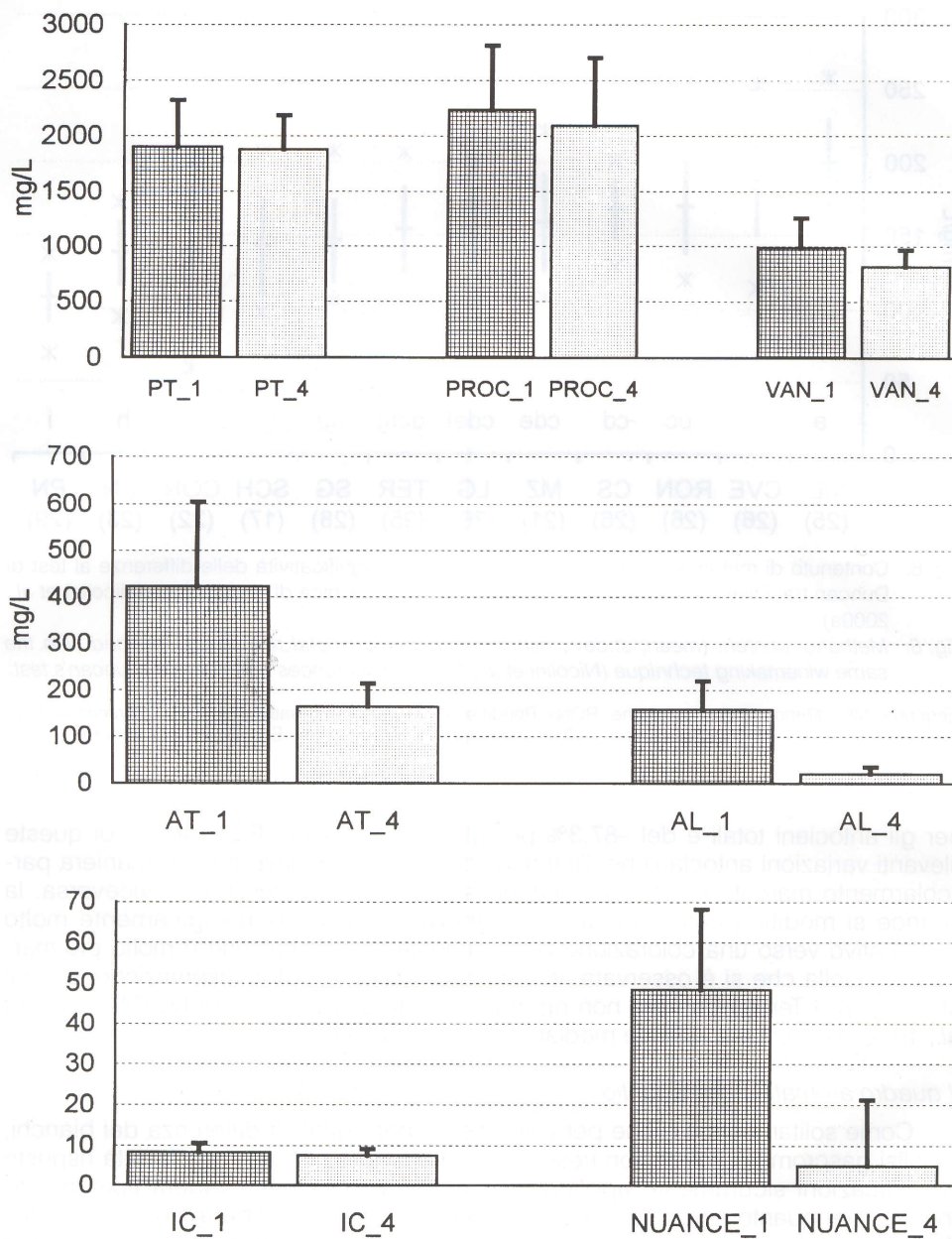


Fig. 9: Evoluzione di alcuni parametri polifenolici e del colore (media + dev.st.; n=15) nel corso dell'invecchiamento in bottiglia; analisi a uno (1_) e quattro (4_) anni dalla vendemmia.

Fig. 9: Evolution of some polyphenolic and chromatic parameters (mean + st.dev.; n=15) measured at one (1_) and four (4_) years during in-bottle ageing.

(Legenda: vedi Fig. 7 / see Fig. 7)

ziata talora non gradevole nei macerati carbonici. Va ricordato inoltre che i tenori di eugenolo e salicilato di metile sono influenzati anche dalla fermentazione malolattica, che li incrementa rispettivamente anche del 50% e del 150% (Nicolini *et al.*, 1996a). In vini Enantio sono stati osservati, indipendentemente dalla tecnica di vinificazione per macerazione carbonica (tab. 4), anche valori elevati di guaiacolo, dal probabile significato sensoriale alla luce delle soglie organolettiche tra 3 e 20 µg/L riportate in letteratura (Etievant, 1981; Simpson *et al.*, 1986) con sentori da medicinale, fenolico, fumo, anice, bruciato-cresolo.

I tenori di 4-etilfenolo e 4-etilguaiacolo del vino rosso del 1988 di tab. 4 sono da ricondurre all'azione di lieviti del genere *Brettanomyces*.

Il profilo antocianico caratterizzato dal ruolo importante della peonina, gli elevati tenori di fenilalanina nei mosti – significativamente maggiori di quelli di altre varietà "autoctone" quali Marzemino e Schiava (Nicolini *et al.*, 2000b) – e la presenza, indipendentemente da stimoli luminosi, di un alto numero di copie di geni codificanti per la fenilalanina-ammonio liasi (Sparvoli *et al.*, 1994) sembrano fattori concordanti nell'indicare un ruolo particolarmente importante dei derivati dello shikimico per la varietà in oggetto.

I vini Enantio sembrerebbero caratterizzati inoltre, tra i composti aromatici di origine prefermentativa, dalla netta prevalenza del *cis* 3-esenolo sul corrispondente isomero *trans*, indipendentemente dalla tecnica di vinificazione utilizzata (tab. 5). È comunque probabile che, in condizioni di vinificazione particolarmente riduttive, tale prevalenza possa essere fortemente ridotta (Nicolini *et al.*, 1996b).

Limitatamente agli unici dati pubblicati sulla frazione aromatica in forma legata (Nicolini *et al.*, 1996a) e ad altri, non riportati, relativi a due vini rossi della vendemmia 1995, i vini Enantio sembrano avere:

- contenuti terpenici assolutamente limitati in cui i principali costituenti, presenti nello stesso ordine di grandezza, sono alfa-terpineolo, geraniolo ed acido *trans* geranico con contenuti variabili ciascuno, nelle diverse annate, tra 5 e 25 µg/L;
- l'8-idrossilinalolo *trans* prevalente su *cis* e dello stesso ordine di grandezza dei composti sopra citati;
- l'ossido di linalolo furanico *cis* (5-14 µg/L) prevalente sul *trans* (3-8 µg/L);
- livelli di 3-cheto-alfa-ionolo variabili da 100 a 225 µg/L.

Tabella 4: Contenuto di fenoli volatili (µg/L) in vini sperimentali di differenti annate e tecnica di vinificazione (ripreso da Versini e Dalla Serra, 1989).

Tabella 4: *Volatile phenols (µg/L) in experimental wines of different vintage year and winemaking technique (by permission from Versini and Dalla Serra, 1989; redrawn).*

varietà variety	vinificazione winemaking	vendemmia harvest	fenolo phenol	guaiacolo guaiaicol	2,6-dimetossifenolo 2,6-dimetoxyphenol	4-etilfenolo/ 4-ethylphenol	4-etilguaiacolo 4-ethylguaiaicol
Enantio	in rosso red wine	1987	30	92	2,5	10	1,5
Teroldego	in rosso red wine	1987	16	30	4	7	< 1
Brunello	in rosso red wine	1987	5	< 5	1,5	7	< 1
Enantio	in rosato rosè wine	1988	10	< 1	< 1	5	< 1
	mac. carbonica carbonic mac.	1988	26	8	2	16	1
	in rosso red wine	1988	25	16	3,5	297	57

Tabella 5: Alcoli a C₆ in vini Enantio ottenuti con differenti tecniche di vinificazione in differenti vendemmie (* Nicolini *et al.*, 1991; ** Versini *et al.*, 1984, vinificazione industriale, acini solo parzialmente integri).

Tabella 5: C₆ alcohols of Enantio wines from different winemaking technique and vintage year (* Nicolini *et al.*, 1991; ** Versini *et al.*, 1984, industrial scale vinification, partially uncrushed berries).

composti compounds (mg/L)	1989*		1996	1998	1995	1983**	
	in bianco white wine	iperossigenaz. hyperoxidation	in bianco white wine	in rosato rosè wine	in rosso red wine	maceraz. carbonica carbonic maceration	
esanolo / hexanol	0,578	0,624	0,522	2,237	4,677	1,60	1,70
trans 3-esenol / trans 3-hexen-1-ol	0,049	0,008	0,007	0,087	0,128	0,046	0,043
cis 3-esenolo cis 3-hexen-1-ol	0,374	0,311	0,326	0,907	1,521	0,715	0,840
rapporto cis/trans cis/trans ratio	7,6	38,9	49,3	10,5	11,9	15,5	19,5

Delle note "fenoliche, fumate, da tabacco" eccessive, pesanti e sviluppatissime nel corso dell'invecchiamento di vini imbottigliati sterili sono state osservate con una certa frequenza in vini Enantio di 4-10 anni.

Conclusioni

La varietà Enantio è stata ripetutamente indagata a vario titolo negli ultimi anni sia per meglio comprenderne la composizione fine che per tentare di fornire utili chiavi per un suo rilancio o, per lo meno, un suo più proficuo e mirato sfruttamento. Valutata da un punto di vista generale, ed a fianco della sua proverbiale "rusticità", alcuni suoi "pro" enologico-commerciali sembrano abbastanza chiari e possono essere evidenziati essenzialmente nella:

- generalmente discreta dotazione in azoto assimilabile, con conseguente facilità nel completamento della fermentazione e tendenza alla produzione di note fruttate-fermentative;
- rilevante dotazione di polifenoli tannici ed antocianici, derivati cinnamici e resveratroli, tutti sostanzialmente e potenzialmente utili nell'ottica "vino-salute";
- duttilità a fornire differenti tipologie di vino, dal bianco al rosato al rosso.

Le conoscenze acquisite hanno consentito di evidenziare anche alcuni aspetti meno favorevoli che adatte tecniche di vinificazione possono consentire di gestire al meglio. In relazione alla sua composizione antocianica ed in derivati cinnamici, ad esempio, tecniche di vinificazione che prevedano l'uso di formulati enzimatici a marcata attività cinnamil-esterasica o di lieviti produttori di fenoli volatili rischiano di esaltare, specialmente nel caso di vinificazioni in bianco o rosato, la già eccessiva tendenza della varietà a dare aromi di tipo "fenolico", particolarmente marcati nel caso di vinificazioni per macerazione carbonica. Similmente, l'uso di lieviti o enzimi dotati di attività beta-glucosidasi rischia di peggiorare i parametri cromatici dei vini rossi.

Buoni margini di tecnica enologica migliorativi dell'aspetto "colore-tannicità" del vino si intravedono chiaramente, comunque, in una più cosciente gestione delle estrazioni dalle parti solide nel corso della macerazione nella vinificazione in rosso.

Riferimenti bibliografici

1. AGENBACH W.A. (1977). *A study of nitrogen content in relation to incomplete fermentations, yeast production and fermentation activity*. Proc. S.A.S.E.V., Stellenbosch, Cape Town, South Africa, November 1977, pp. 66-87.
2. ANZANI R., FAILLA O., SCIENZA A., CAMPOSTRINI F. (1989). *Wild grapevine (Vitis vinifera var. silvestris) in Italy: distribution, characteristics and germplasm preservation*. 1989 report. In: Proc. 5th Int. Symp. on Grape Breeding, Siebeldingen, 12-16 Sept. 1989, St Martin/Pfalz, FRG. Alleweldt G., Olmo H.P., Possingham J.V. & Ribéreau-Gayon P. (Eds.), *Vitis*, Special Issue, 1990: 97-113.
3. CANTAGREL R., SYMONDS P., CARLES J. (1982). *Composition en acides aminés du moûts en fonction du cépage et de la technologie et son influence sur la qualité du vin*. In: *Acides aminés et protéines des boissons*. Colloque CNERNA-CNRS, mars 1981. *Sciences des Aliments* 2 (n° hors série 1):109-142.
4. DI STEFANO R., CRAVERO M.C., GENTILINI N. (1989). *Metodi per lo studio dei polifenoli dei vini*. L'Enotecnico, (25, 5): 83-89.
5. DRAWERT F. (1963). *Biochemisch-physiologische Untersuchungen an Trabenbeeren. Das Verhalten der Aminosäuren während der Reifung und der Zucker nach Eingrieren der Beeren*. *Vitis*, (4): 49-56.
6. ETIEVANT P. X. (1981). *Volatile phenol determination in wine*. *J. Agric. Food Chem.*, (29, 1): 65-67.
7. HUANG Z., OUGH C.S. (1991). *Amino acid profiles of commercial grape juices and wines*. *Am. J. Enol. Vitic.*, (42): 261-267.
8. KLIEWER W.M. (1970). *Free amino acids and other nitrogenous fractions in wine grapes*. *J. Food Sci.*, (35): 17-21.
9. LAFON-LAFOURCADE S., GUIMBERTEAU G. (1962). *Evolution des aminoacides au cours de la maturation des raisins*. *Vitis*, (3): 130-135.
10. MALOSSINI U., RONCADOR I., GRANDO S., MATTIVI F., NICOLINI G., DAGOSTIN F. (1999). *Rebo e altri incroci Rigotti*. *Terra trentina*, (45, 1): 13-24.
11. MALOSSINI U., RONCADOR I., NICOLINI G., MATTIVI F., VINDIMIAN M.E., (2001). *Selezione clonale su un vitigno autoctono: il caso dell'Enantio (sin. Lambrusco a foglia frastagliata)*. *Vignevini* (submitted).
12. MARGHERI G., GIANOTTI L., MATTAREI C., PELLEGRINI R. (1982). *Evoluzione degli aminoacidi liberi nel corso della elaborazione dei vini spumanti*. *Vignevini*, (9, 11): 19-30.
13. MATTIVI F., SCIENZA A., FAILLA O., VILLA P., ANZANI R., TEDESCO G., GIANAZZA E., RIGHETTI P. (1989a). *Vitis vinifera, a chemotaxonomic approach: anthocyanins in the skin*. In: Proc. 5th Int. Symp. on Grape Breeding, Siebeldingen, 12-16 Sept. 1989, St. Martin/Pfalz, FRG. Alleweldt G., Olmo H.P., Possingham J.V. & Ribéreau-Gayon P. (Eds.), *Vitis*, Special Issue, 1990: 119-133.
14. MATTIVI F., ROMANO F., SCIENZA A., VILLA P. (1989b). *Approccio chemiotassonomico per la classificazione di 120 cultivar di Vitis vinifera in base al profilo antocianico*. *Atti Convegno Nazionale di Chemiometria*, Venezia, 3-4 novembre.
15. MATTIVI F., MONETTI A., NICOLINI G. (1995). *Composizione fenolica e caratterizzazione di vini rossi monovarietali*. *L'Enotecnico*, (31, 6): 69-79.
16. MATTIVI F., RENIERO F., KORHAMMER S. (1995). *Isolation, characterization, and evolution in red wine vinification of resveratrol monomers*. *J. Agric. Food Chem.*, (43, 7): 1820-1823.
17. MATTIVI F., NICOLINI G. (1997). *Analysis of polyphenols and resveratrol in Italian wines*. *BioFactors*, (6): 445-448.
18. MILLERY A., DUTEUTRE B., BOUDAILLE J.P., MAUJEAN A. (1986). *Differenciation des trois cépages champenois a partir de l'analyse des acides aminés libres des moûts des récoltes 1983 et 1984*. *Revue Française d'Enologie, Cahier Scientifique*, (103): 32-50.
19. NICOLINI G., MATTIVI F., DALLA SERRA A. (1991). *Iperossigenazione dei mosti: conseguenze analitiche e sensoriali su vini della vendemmia 1989*. *Riv. Vitic. Enol.*, (44, 3): 45-56.
20. NICOLINI G., MATTIVI F., DE MICHELI L., TONON D. (1992). *L'iperossigenazione dei mosti come tecnica alternativa nella produzione di vini bianchi da uve rosse. Il caso del Lambrusco a foglia frastagliata*. *Vignevini*, (19, 7/8): 59-63.
21. NICOLINI G., MATTIVI F., VERSINI G. (1994). *Uso di glicosidasi esogene in mosti e vini ed attività enzimatiche collaterali*. *Riv. Vitic. Enol.*, (47, 1): 45-60.

22. NICOLINI G., VERSINI G., DALLA SERRA A., SEPPI A., AMADEI E., FALCETTI M. (1995). *Aspetti compositivi di mosti e vini Müller-Thurgau del Trentino*. Riv. Vitic. Enol., (48, 3): 47-61.
23. NICOLINI G., VERSINI G., DALLA SERRA E., AMADEI E. (1996a). *Macerazione carbonica in fase gassosa su Lambrusco a foglia frastagliata ed altre esperienze*. L'Enotecnico, (32, 3): 59-70.
24. NICOLINI G., VERSINI G., AMADEI E., MARCHIO M. (1996b). *3-hexen-1-ol isomers in Müller-Thurgau wines: a "varietal" characteristic affected by must sulfiting time*. Vitis, (35, 3): 147-148.
25. NICOLINI G., MATTIVI F., GIMENEZ MARTINEZ R., MALOSSINI U. (1998). *Importanza dei polifenoli dei vinaccioli nella composizione dei vini rossi del Trentino*. Riv. Vitic. Enol., (51, 2): 31-50.
26. NICOLINI G., GIMENEZ MARTINEZ R., VERSINI G., DALLA SERRA A. (2000). *Varietal differences in the methanol content of experimental wines*. Italian Journal of Food Science, 12 (2): 143-151.
27. NICOLINI G., RAMPONI M., LARCHER R. (2001). *Free amino acid composition of juices of 12 grape varieties grown in Trentino (Italy)*. Italian Journal of Food Science (in press).
28. PARONETTO L., MATTIVI F. (1999). *Il resveratrolo in enologia e applicazione dei raggi U.V.C. per aumentarne il tenore*. L'Enotecnico, (35, 3): 73-81.
29. RAPP A. (1989). *Stickstoffverbindungen*. In "Chemie des Weines". G. Würdig G. and R. Woller (Ed.), p. 76. Ulmer GmbH, Stuttgart, Germany.
30. REED G., NAGODAWITHANA T.W. (1991). *Yeast technology*, 2nd edition. AVI Book, R. Van Nostrand publ., New York, p. 179.
31. SCIENZA A., FAILLA O., ANZANI R., MATTIVI F., VILLA P., GIANAZZA E., TEDESCO G., BENETTI U. (1990). *Le possibili analogie tra il Lambrusco a foglia frastagliata, alcuni vitigni coltivati e le viti selvatiche del basso Trentino*. Vignevini, (17, 9): 25-36.
32. SEEBER R., SFERLAZZO G., LEARDI R., DALLA SERRA A., VERSINI G. (1991). *Multivariate data analysis in classification of musts and wines of the same variety according to vintage year*. J. Agric. Food Chem., (39, 10): 1764-1769.
33. SIMPSON R.F., AMON J.M., DAW A.J. (1986). *Off-flavour in wine caused by guaiacol*. Food Technology in Australia, (38, 1): 31-33.
34. SPACKMAN D.H., STEIN W.H., MOORE S. (1958). *Automatic recording apparatus for use in the chromatography of amino acids*. Anal. Chem., (30, 7): 1190-1206.
35. SPARVOLI F., MARTIN C., SCIENZA A., GAVAZZI G., TONELLI C. (1994). *Cloning and molecular analysis of structural genes involved in flavonoid and stilbene biosynthesis in grape (Vitis vinifera L.)*. Plant Molecular Biology, (24, 5): 743-755.
36. SPAYD S.E., ANDERSEN-BAGGE J. (1996). *Free amino acid composition of grape juice from 12 Vitis vinifera cultivars in Washington*. Am. J. Enol. Vitic., (47, 4): 389-402.
37. VERSINI G., DALLA SERRA A., PELLEGRINI R. (1984). *Contributo alla conoscenza dell'aroma dei vini da macerazione carbonica*. L'Enotecnico, (20, 10): 871-878.
38. VERSINI G., DALLA SERRA A. (1989). *Problematiche inerenti le caratteristiche organolettiche di vini ottenuti da uve Lambrusco a foglia frastagliata*. Relaz. al "Convegno sul Lambrusco a foglia frastagliata". Ala (TN), 11 febbraio 1989.
39. VERSINI G., LUNELLI M., SEPPI A., DALLA SERRA A., VOLONTERIO G. (1995). *Aspetti connessi alla produzione di vini base-spumante da Chardonnay e Pinot nero*. L'Enotecnico, (31, 4): 49-65.
40. WENZEL K. (1989). *Die Selektion einer Hefemutante zur Verminderung der Farbstoffverluste während der Rotweingärung*. Vitis, (28): 111-120.